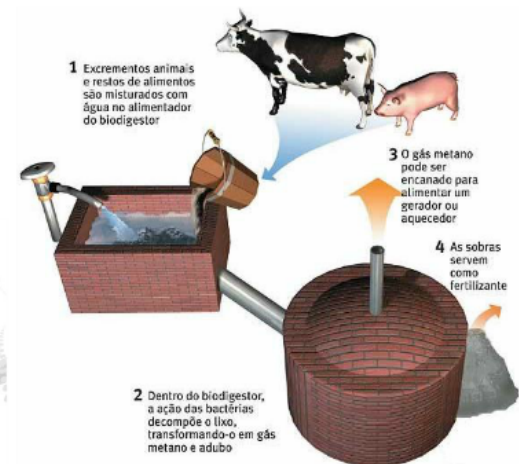
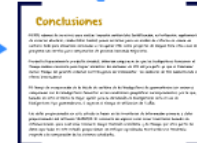


# Análisis de Ciclo de Vida del uso de biodigestores domésticos rurales

"Comparación de biodigestores de GEOMEMBRANA y CAMARTEC en condiciones de selva amazónica y montaña"





## Análisis de Ciclo de Vida del uso de biodigestores domésticos rurales

"Comparación de biodigestores de GEOMEMBRANA y CAMARTEC en condiciones de selva amazónica y montaña"

Santiago de Chile, 09 al 13 de noviembre 2015

Jean Velásquez  
Universidade Federal de Itajubá



# UNIFEI - NEST

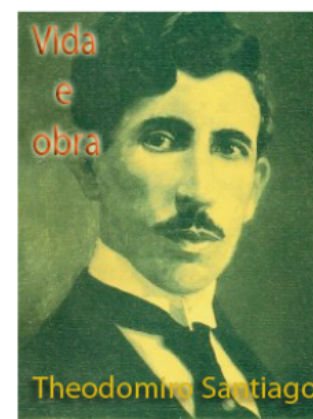


**NEST**  
Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída

# UNIFEI / ENERGIA



Fundada en 1913. Especializada en energia termica e hidraulica.  
 Primeros profesores fueron Alemanes, Belgas e Franceses.  
 100 años en Noviembre de 2013.  
 Primer nombre: Instituto Electrotecnico y Mecanico de Itajubá - IEMI.  
 Primer Rector fue Theodomiro Carneiro Santiago considerando las actividades practicas omo la base del conocimiento.





# UNIFEI - Grupos de investigación asuntos de energía



**EXCEN** - Center of Excellence in Energy Efficiency.

**GESIS** - Systems Engineering

**CERPCH**-National Reference Center on Small HydroPower.

**GETECH** - Group for Studies in Energy Conversion Technology.

**GEMEC** - Research Group in Computational Mechanics

**NEST**-Excellence Group in Thermal Power and Distributed Generation

# Lineas de investigación



# Introducción







- Dependencia de la leña a nivel mundial
  - Necesidades basicas
    - Cocción de alimentos
    - Calefacción
    - Usos productivos
- Naciones Unidas 2014
  - 2000 millones de personas dependen de lena
  - Emisiones de CO<sub>2</sub>
  - 21% de las emisiones de negro de carbon (estufas): 16% calentamiento global
  -





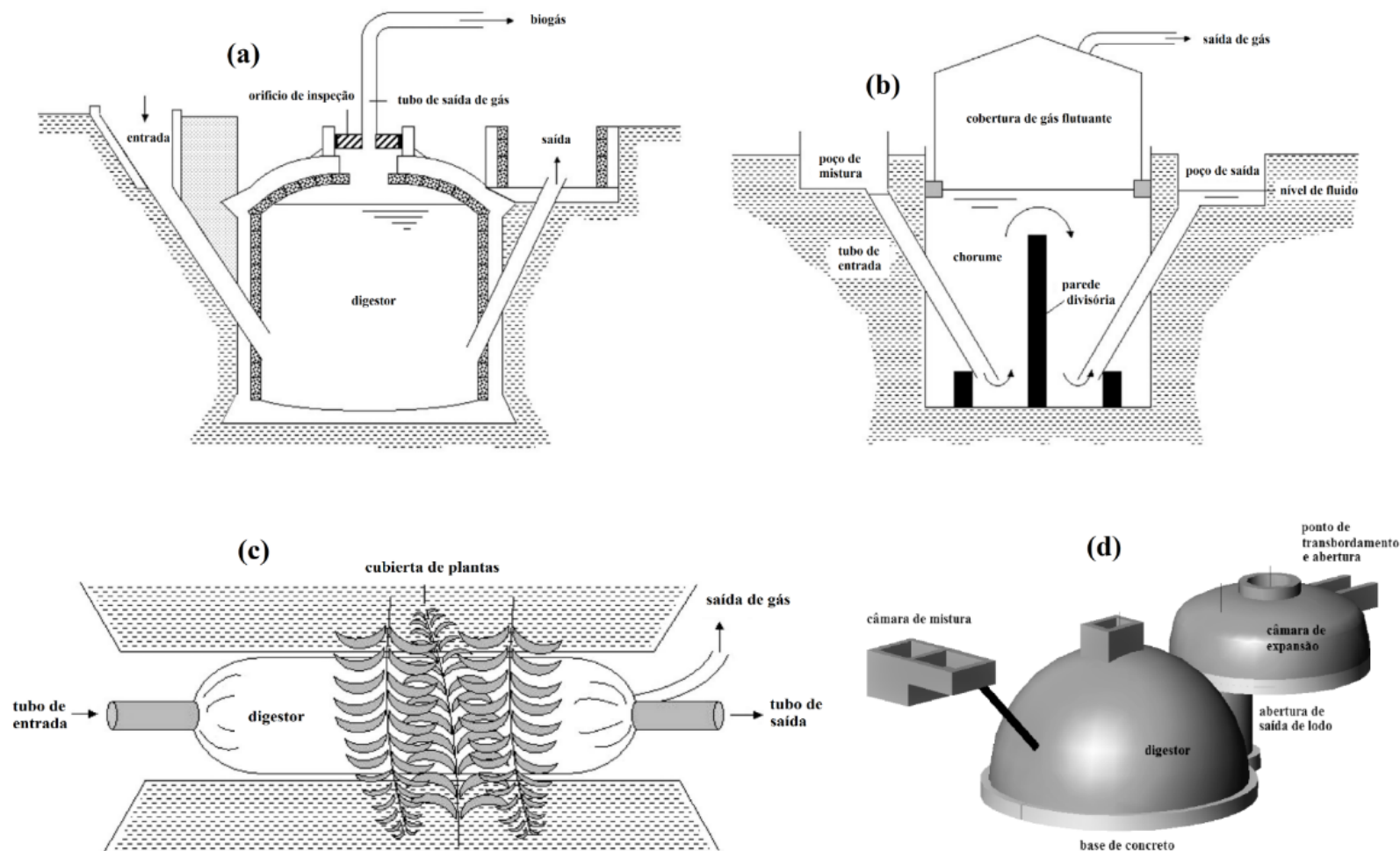
- Dependencia a leña:
  - Bronquitis crónica, neumonía:
    - Principal causa de mortalidad infantil
    - Pérdida de mayor número de años de vida
    - 85% (2E+06 muertes) por contaminación del aire 2009
      - Cáncer
      - Enfermedades respiratorias
      - Enfermedades pulmonares



## Baja eficiencia de las cocinas:

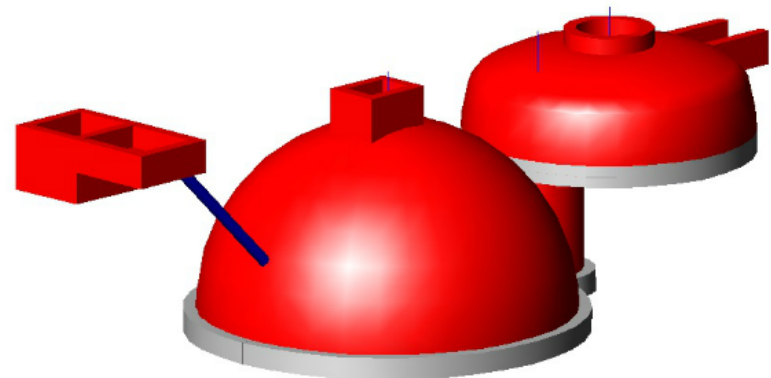
- 5-7% cocinas tres (abiertos)
- Cocinas mejoradas 20-30%
- Cocinas a biogas (40-50%)





70.000 construídos em países como Etiópia, Kenia, Tanzânia, Uganda, Senegal y Burkina Faso







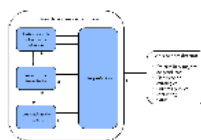
## Que es?

Diagrama de flujo de la gestión de residuos sólidos urbanos (GRS) en un municipio:

- Recolección:** Se recolectan residuos de hogares y comercios.
- Transferencia:** Los residuos son transferidos a una estación de transferencia.
- Tratamiento:** Los residuos pasan por una planta de tratamiento de residuos sólidos (PTRS).
- Disposición final:** Los residuos se disponen en un vertedero controlado.



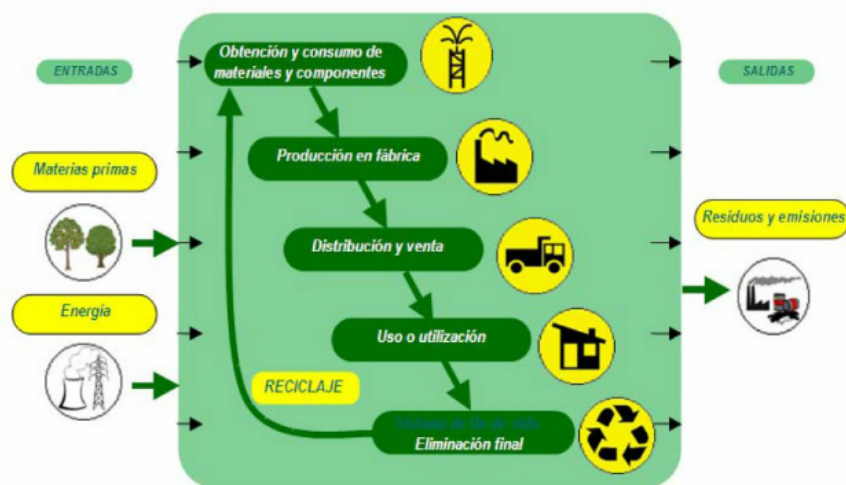
- Ayudan a descubrir cosas que un análisis ambiental tradicional no puede hacerlo
- Sirve para comparar productos y servicios



The diagram illustrates a biogas plant in a rural setting. It shows a house, a cow, a pig, and a chicken. A biogas digester is connected to a storage tank and a gas holder. The gas holder is connected to a stove for cooking. The digester also produces fertilizer for a field.

# Que es?

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida). Se basa en la recopilación y análisis de las entradas y salidas del sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la reducción de los mismos.



Concepto de la perspectiva de un análisis de Ciclo de Vida y Fases que se tienen en cuenta.



# Para que y porque?

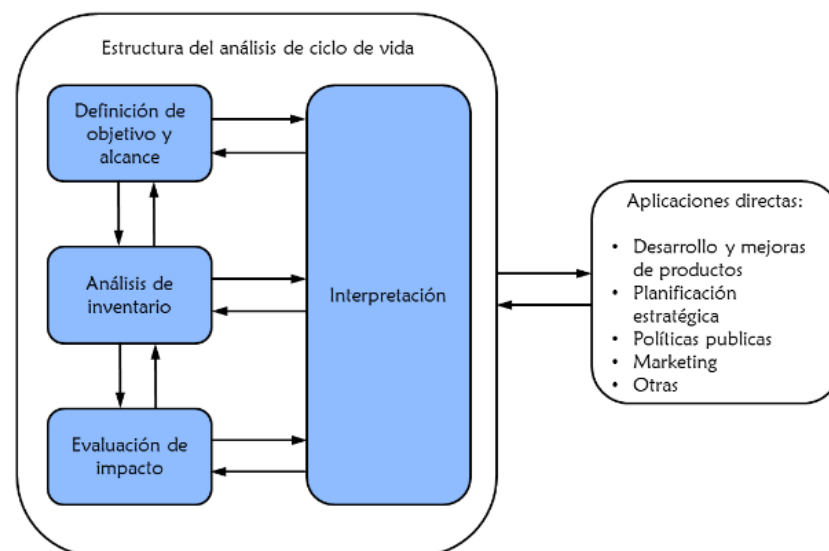
- Ayudan a descubrir cosas que un analisis ambiental tradicional no puede hacerlo
- Sirve para comparar productos y servicios



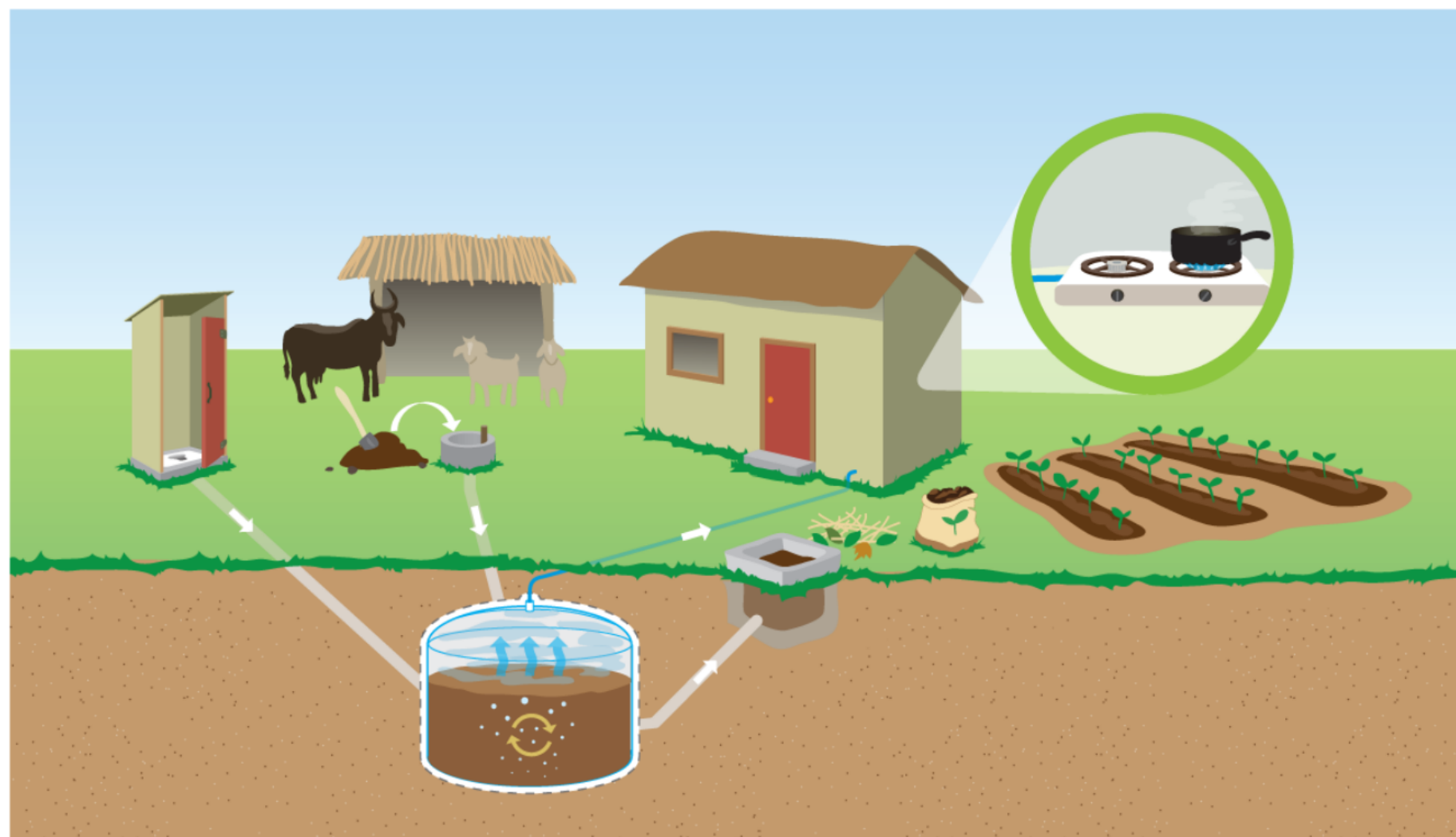
CATEGORIA DE IMPACTO AMBIENTAL	UNIDAD DE REFERENCIA	FACTOR DE CARACTERIZACION
CALENTAMIENTO GLOBAL	Kg. Eq CO <sub>2</sub>	Potencial de Calentamiento Global (PCG)
CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS	MJ	Cantidad Consumida
REDUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO	Kg. Eq. CFC-11	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO)
EUTROFIZACIÓN	Kg. Eq. de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Potencial de Eutrofización (PE)
ACIDIFICACIÓN	Kg. Eq SO <sub>2</sub>	Potencial de Acidificación (PA)
CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS	Tm	Cantidad Consumida
FORMACIÓN DE OXIDANTES FOTOQUÍMICOS	Kg. Eq. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Potencial de Formación de oxidantes fotoquímicos (PFOF)

HUELLA DE CARBONO

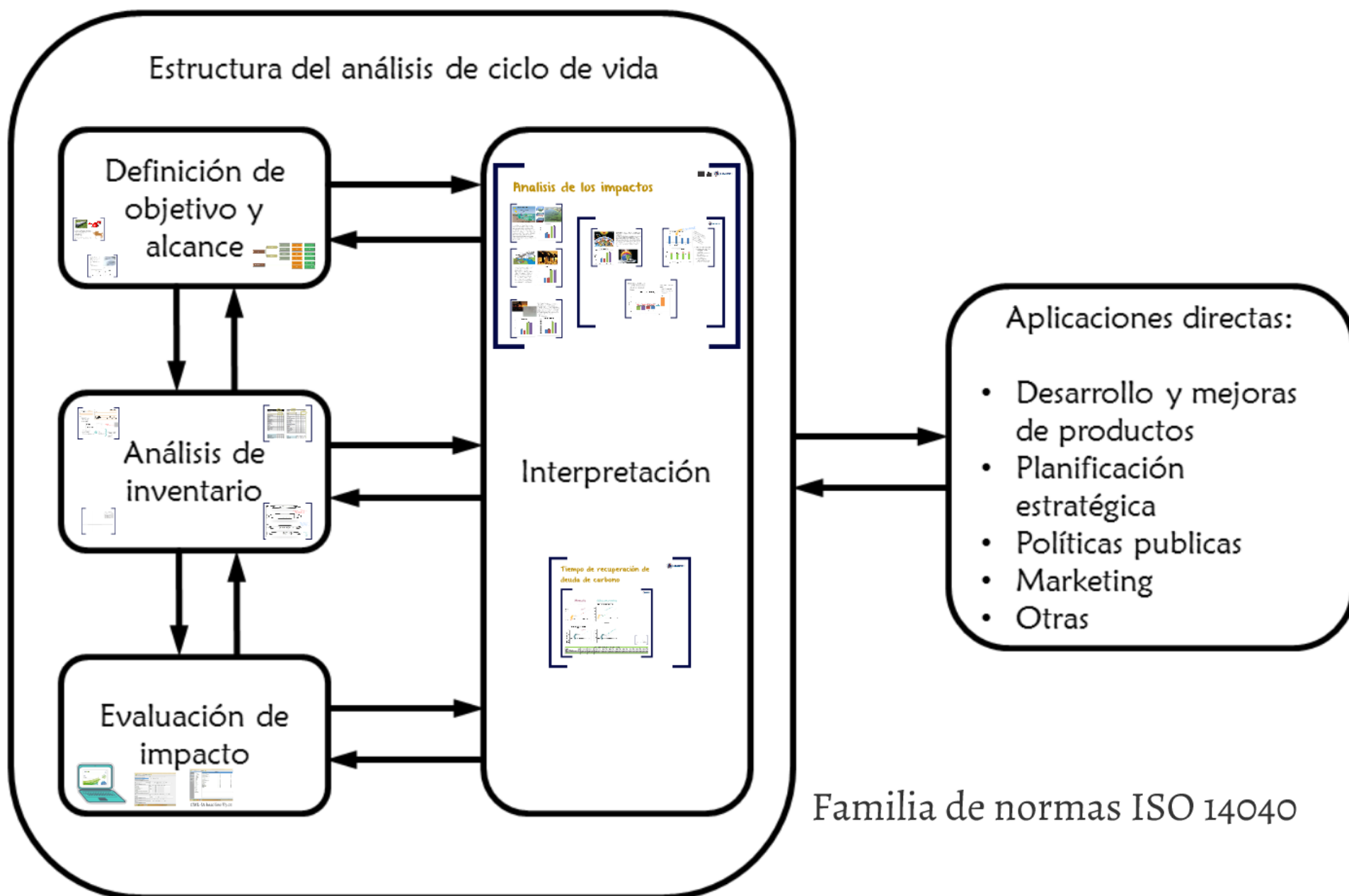
ACV



La HC mide la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto.

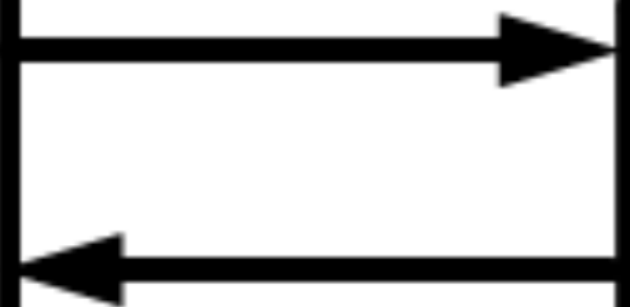


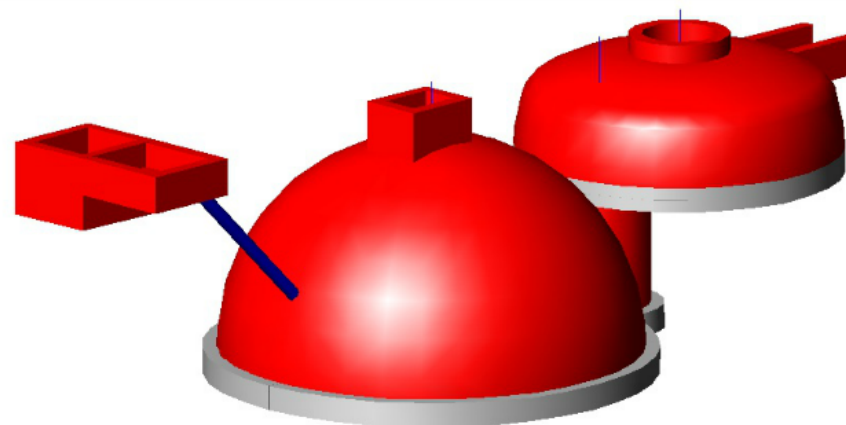




# Estructura del análisis de ciclo

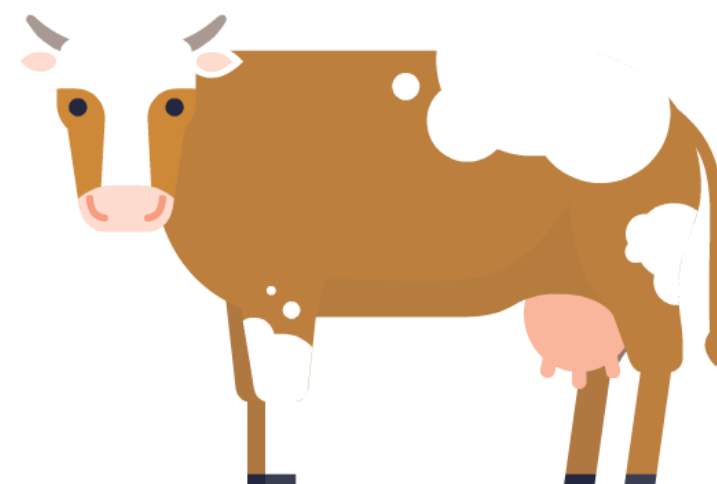
Definición de  
objetivo y  
alcance



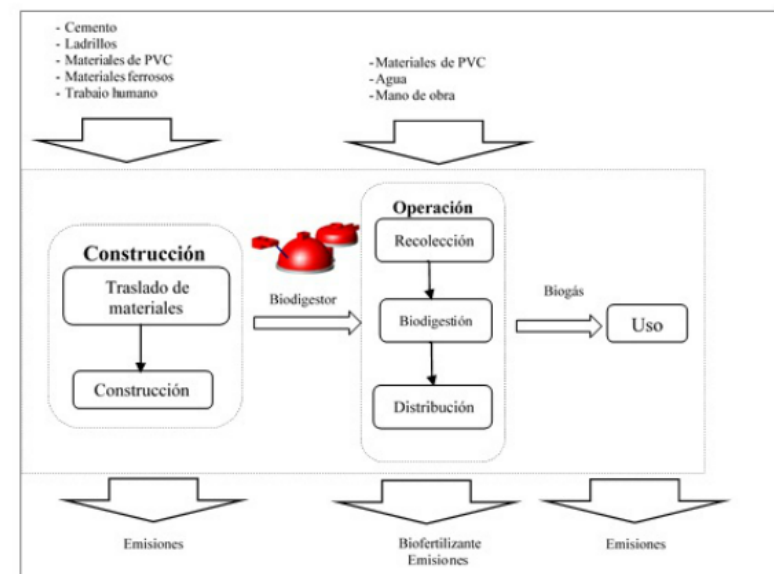
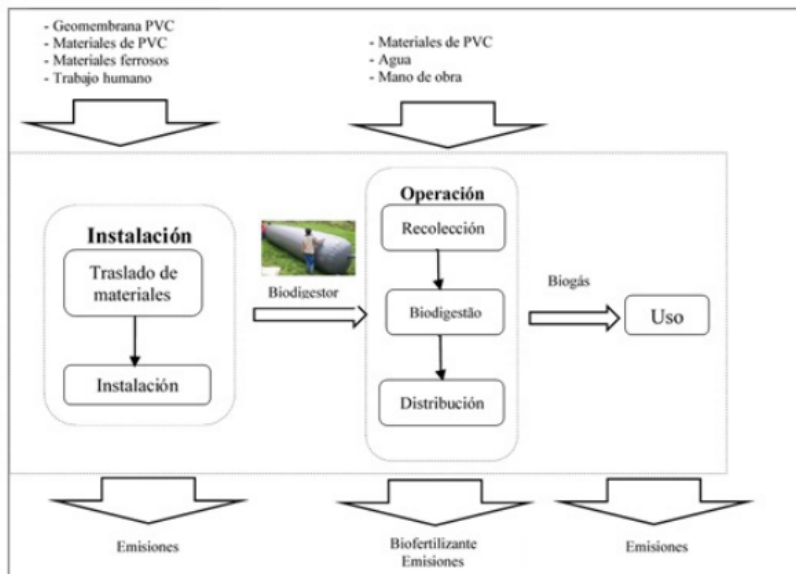


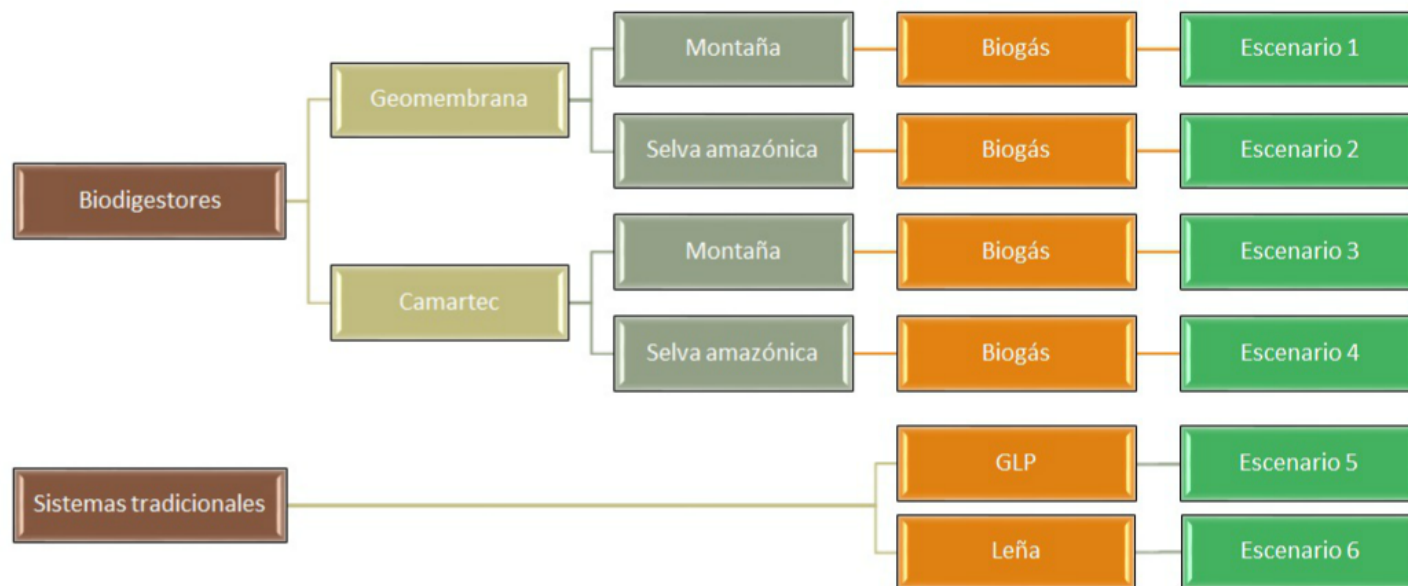
Comparar los impactos ambientales potenciales (comparación):

- Geomembrana (programas nacionales de biogas domestico)
- Camartec (programas nacionales de biogas domestico)
  - Condiciones montaña (>2000 msnm)
  - Selva amazónica (<2000 msnm)
- Instalación/construcción
- Operación y mantenimiento
- Utilizacion
- Digestión anaerobia de estiércol de ganado vacuno para la producción de biogás y posterior uso en reemplazo de la leña y el GLP.



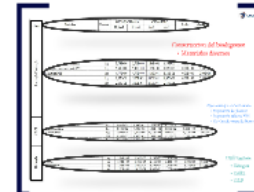
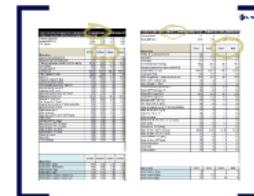
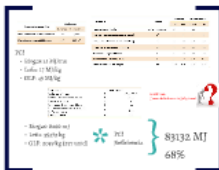
- Función principal la producción de energía para cocción de alimentos en las zonas rurales, en la cuales en la actualidad se utilizan leña y en algunos casos de GLP como suministro de energía.
- La unidad funcional (medida para comparar la cantidad de producto necesario para la misma función) es la energía obtenida en MJ para realizar la función principal durante un tiempo de 20 años.
- Para el análisis de los sistemas se consideran la construcción unitaria de los biodigestores para reemplazar el 68% del uso de leña en el ámbito geográfico de montaña y selva amazónica.
- Impactos
  - Acidificación
  - Eutrofización
  - Agostamiento (abiotico y combustibles fosiles)
  - Potencial de calentamiento global







# Análisis de inventario



Característica geográfica	Biodigestor	
	Camartec	Geomembrana
Selva amazónica, hasta 2000 msnm	4 m <sup>3</sup>	8,5 m <sup>3</sup>
Montaña, mayores a 2000 msnm	6 m <sup>3</sup>	11,5 m <sup>3</sup>

## PCI

- Biogas 21 MJ/m<sup>3</sup>
- Leña: 17 MJ/kg
- GLP: 49 MJ/kg

Parametros	Porcentagem	
Fogão a gas/biogas	%	45,32-55,47
Motores de combustão interna	%	25-35
Lamparas a biogas	%	3
Aquecedor de água com biogas	%	68
Cocina mejorada (31% mayor a la de fogon abierto)	%	8-14
Estufas abiertas	%	3-6

- Biogas: 8640 m<sup>3</sup>
- Leña: 95373 kg
- GLP: 3049 kg (277 unid)



PCI  
%eficiencia



83132 MJ  
68%

Parámetros	Unidad	CAMARTEC		GEOMEMBRANA	
		4 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	8,5 m <sup>3</sup>	11,5 m <sup>3</sup>
Producción de biogás	m <sup>3</sup> /ton estiércol	40	40	40	40
Relación de dilución (estiércol : agua)	m <sup>3</sup>	1	1	3	3
Tiempo de retención hidráulico (TRH)	m <sup>3</sup>	50	70	50	70
Carga diaria de materia orgánica	kg	30	30	30	30
Volumen de agua utilizada	L	30	30	90	90
Volumen total de carga diaria	L	60	60	120	120
Producción diaria de biogás	m <sup>3</sup>	1,20	1,20	1,20	1,20

Fertilizante:  
5 sacos de fertilizante de 50 kg (anual)





## TABLAS DE Densidad y Peso Especifico

### LA DENSIDAD Y EL PESO ESPECIFICO

La **densidad** de una sustancia se define como el **masa** de esa sustancia por unidad de **volumen**, esto es el resultado de dividir la **masa** conocida (Kgrs) entre un **volumen** conocido (cm<sup>3</sup>).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{Kgrs}}{\text{m}^3}$$

\* Aunque Kgrs/m<sup>3</sup> es la unidad de **densidad** del Sistema Internacional, también es muy común el uso de gr/cm<sup>3</sup>.

El **peso específico** de una sustancia se define como el **peso** de esa sustancia por unidad de **volumen**, esto es el resultado de dividir un **peso** conocido (Kgrs) entre un **volumen** conocido (cm<sup>3</sup>).

$$\delta = \frac{P}{V} = \frac{N}{\text{m}^3}$$

\* La unidad de **peso específico** del Sistema Internacional es Kgr/m<sup>3</sup>.

Existe una relación entre **densidad** es la **fuerza de la gravedad** ya igual a la **masa "M"** por la aceleración.

$$\delta = \frac{P}{V} = \frac{mg}{V}$$

### ALGUNOS EJEMPLOS DE DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO DE LIQUIDOS

LIQUIDO	DENSIDAD	PESO ESPECIFICO
GASOLINA	0.68	6.80
ALCOHOL ETILICO	0.78	7.80
ACETONA	0.79	7.90
PETROLEO	0.8	8.00
ETANOL	0.81	8.10
ACEITE	0.92	9.20
AGUA DESTILADA	1	10.00
GERVEZA	1.010	10.100
AGUA DE MAR	1.027	10.270
LECHE	1.03	10.300
GLICERINA	1.26	12.600

Usos: Sector agropecuario, en la construcción y en la industria.

### PRESENTACIONES

Referencia Comercial	Tamaño de Huecos (pulgadas)	Largo (metros)	Alto (metros)	Peso Aprox. (kg)
Fajardo	1/2"	12.7	30	0.90
Fajardo	1/2"	12.7	30	1.00
Fajardo	1/2"	12.7	30	1.50
Gancho	1"	25.4	36	0.90
Gancho	1"	25.4	36	1.20
Gancho	1"	25.4	36	1.50
Pollo	1 1/4"	31.75	36	1.20
Pollo	1 1/4"	31.75	36	1.50
Pollo	1 1/4"	31.75	36	1.80
Galina	2"	50.8	36	1.60
Galina	2"	50.8	36	1.80
Galina reforzada C18	2"	50.8	36	1.60

## Geomembrana PVC 0,6 mm

Propiedades	unidad	Ingreso 21 dic Blanco/negro
ESPESOR	mm	0.606
PESO	gr/mt2	813
TENSION sin sellar	U Kg/5cm	27
TENSION sellar	T Kg/5cm	23
RASGADO TRAP	U Kg/5cm	4.40
TENSION sellado	T Kg/5cm	4.60
TENSION sellado	T Kg/5cm	22
TENSION sellado	T Kg/5cm	17

### ESPECIFICACIONES | PRESENTA

Calibre 26.5 (0.5 mm) 72 Caja con 20 rollos de 1 kg

Calibre	Largo aprox.
26.5 (0.5 mm)	72



ORGULLOSAMENTE MEXICANOS



2 de 2

### CATÁLOGO DE PRODUCTOS NIPLES DE ACERO Y OTROS METALES / TRAMERÍA



### TUBERIAS Y CONEXIONES DE PVC

Material	Calibre	Largo	Peso
PVC	1/2"	12.7	0.90
PVC	1/2"	12.7	1.00
PVC	1/2"	12.7	1.50

Material	Calibre	Largo	Peso
PVC	1/2"	12.7	0.90
PVC	1/2"	12.7	1.00
PVC	1/2"	12.7	1.50

### PAREDES



CORRIENTE 8 x 12 x 25 Peso: 2.10 Kg Unid. X m<sup>3</sup>: 13



PANDERETA 8 x 12 x 25 Peso: 2.10 Kg Unid. X m<sup>3</sup>: 13



TABIQUE 8 x 12 x 25 Peso: 3.24 Kg Unid. X m<sup>3</sup>: 25



PANDERETA RAYADO 8 x 12 x 25 Peso: 2.00 Kg Unid. X m<sup>3</sup>: 38



PANDERETA LISO RECT 8 x 12 x 25 Peso: 2.00 Kg Unid. X m<sup>3</sup>: 38



regresar

Desarrollado por DragonFly Studio CIA Todos los Derechos Reservados © 2011

**COSTE DE BDG CON REACTOR Y RESERVOIRIO GEOMEMBRANA CONSIDERANDO TO  
TECHO A UN AGUA, INSTALACIÓN DOMICILIAR 1 COCINA**

Volumen total BDG	17.50	11.50	8.50	6.50
Longitud BDG [m]	11.40	7.50	6.70	6.90
Vol. Líquido	13.13	8.63	6.38	4.88

	17.5m3	11.5 m3	8.5 m3	6.5 m3
<b>Materiales</b>				
Reactor Geomembrana [ud]	1.38	1.00	0.66	0.60
Reservorio Geomembrana [ud]	1.00	1.00	1.00	1.00
Plástico Invernadero Agrofílm (m2) 2m ancho	25.00	18.00	15.00	16.00
Arena [latas]	3.00	2.00	2.00	2.00
Cemento [bolsa]	1.00	1.00	1.00	1.00
Ladrillos [ud]	100.00	100.00	100.00	100.00
Palos madera 2m [ud]	12.00	8.00	7.00	7.00
Jebe [m]	27.00	20.00	18.00	18.00
Clavos de madera 2" [kg]	2.00	2.00	2.00	2.00
Alambre de amarre [rollo]	1.00	1.00	1.00	1.00
Tubo desagüe de pvc de 4" [ud] 3m	1.00	1.00	1.00	1.00
Llave de bola de pvc de 2"	1.00	1.00	1.00	1.00
Adaptador de 2" mixto	1.00	1.00	1.00	1.00
Reducción de PVC de 4" a 2" [pza]	1.00	1.00	1.00	1.00
Manguera PET 3/8" [m]	30.00	30.00	30.00	30.00
Tubo de PVC 1/2" [m]	2.00	2.00	2.00	2.00
Tee de pvc de 1/2" [pza]	3.00	3.00	3.00	3.00
Llave de bola de pvc de 1/2" [pza] patentada	1.00	1.00	1.00	1.00
Niple de pvc de 1/2" [pza]	2.00	2.00	2.00	2.00
Tapón de pvc de 1/2"	1.00	1.00	1.00	1.00
Unión universal	2.00	2.00	2.00	2.00
Reducción de PVC de 1" a 1/2" [pza]	1.00	1.00	1.00	1.00
Teflón [rollo]	3.00	3.00	3.00	3.00
Cemento de PVC [bote]	1.00	1.00	1.00	1.00
Niple de hierro 1/2" x 2" [pza]	1.00	1.00	1.00	1.00
Niple de hierro 1/2" x 8" [pza]	1.00	1.00	1.00	1.00
Unión de hierro 1/2" [pza]	1.00	1.00	1.00	1.00
Codo de hierro 1/2" [pza]	1.00	1.00	1.00	1.00
Cocina de carbón	1.00	1.00	1.00	1.00
Quemador	1.00	1.00	1.00	1.00
Viruta metálica	1.00	1.00	1.00	1.00

	17.5m3	11.5 m3	8.5 m3	6.5 m3
<b>Mano obra</b>				
jornal básico. Zanja	4.00	3.00	2.50	2.00
jornal básico. Invernadero	4.00	3.00	2.50	2.00
jornal maestro bdgs	2.00	2.00	2.00	2.00
jornal básico bdgs	1.00	1.00	1.00	1.00
jornal maestro conducc.+reserv+coc.	1.00	1.00	1.00	1.00
jornal básico conducc.+reserv+coc.	1.00	1.00	1.00	1.00

**COSTE DE BDG TIPO CAMARTEC CONSIDERANDO TODA LA MANO DE OBRA, INSTALACIÓN**

Volumen BDG	13	9	6	4
Radio BDG [m]	2.13	1.63	1.38	1.25

	13 m3	9 m3	6 m3	4m3
<b>Materiales</b>				
Piedra de construcción [m³]	3.0	2.0	1.3	1.0
Arena [m³]	6.3	5.0	3.8	2.8
Grava [m³]	4.0	3.0	2.0	1.2
Cemento [bolsas 42,5kg]	41.2	29.6	23.1	18.1
Cemento resistente al agua (mika) [kg]	7.0	6.0	5.0	4.0
Ladrillo 8x12x24 [ud]	1550.0	1150.0	750.0	520.0
Cal [bolsa 30kg]	8.3	6.7	3.5	3.5
Malla de gallinero 1 metro de ancho [m]	75.0	55.0	35.0	35.0
Malla ciclón soldada [ud]	1.0	1.0	1.0	1.0
barra redonda (1,55m)	2.0	2.0	1.0	1.0
Tubería de hierro galvanizado 1"	0.3	0.3	0.3	0.3
Tubería PVC desagüe 4"	4.0	4.0	4.0	4.0
Tubería PVC agua 3/4"	20.0	20.0	20.0	20.0
Tubería PVC agua 1/2"	5.0	5.0	5.0	5.0
Manguera PET 3/8" [m]	2.0	2.0	2.0	2.0
Tee de pvc de 1/2" [pza]	2.0	2.0	2.0	2.0
Llave de bola de pvc de 1/2" [pza] patentada	1.0	1.0	1.0	1.0
Niple de pvc de 1/2" [pza]	2.0	2.0	2.0	2.0
Tapón de pvc de 1/2"	1.0	1.0	1.0	1.0
Unión universal	2.0	2.0	2.0	2.0
Reducción de PVC de 1" a 1/2" [pza]	1.0	1.0	1.0	1.0
Teflón [rollo]	3.0	3.0	3.0	3.0
Cemento de PVC [bote]	1.0	1.0	1.0	1.0
Niple de hierro 1/2" x 2" [pza]	\$1.00	\$1.00	\$1.00	\$1.00
Niple de hierro 1/2" x 8" [pza]	1.0	1.0	1.0	1.0
Unión de hierro 1/2" [pza]	1.0	1.0	1.0	1.0
Codo de hierro 1/2" [pza]	1.0	1.0	1.0	1.0
Cocina de carbon	1.0	1.0	1.0	1.0
Quemador	1.0	1.0	1.0	1.0
Viruta metálica	1.0	1.0	1.0	1.0

	13 m3	9 m3	6 m3	4m3
<b>Mano obra</b>				
jornal básico. Zanja	8	7	6	6
jornal maestro bdgs	10	8.5	7	7
jornal básico bdgs	20	17	14	14

Etapa	Materiais	Unidade	GEOMEMBRANA		CAMARTEC		Lenha	Gas GLP
			11,5 m3	8,5 m3	6 m3	4m3		

## Construccion del biodigestor

### • Materiales diversos

Instalação/fabricação	Parafusos	kg	5,76E+00	5,76E+00	1,86E+01	1,86E+01	0,00E+00	0,00E+00
	Conexão e acessórios de PVC	kg	5,43E+00	5,43E+00	1,09E+01	1,09E+01	0,00E+00	0,00E+00
	Manguera PET	kg	4,77E+00	4,77E+00	3,18E-01	3,18E-01	0,00E+00	0,00E+00
		kg	9,07E-02	9,07E-02	9,07E-02	9,07E-02	0,00E+00	0,00E+00
		kg	2,13E-01	2,13E-01	2,13E-01	2,13E-01	0,00E+00	0,00E+00

### Operación y mantenimiento:

- Reposición de plástico
- Reposición tubería PVC
- Cambio de viruta de fierro

O&M	Parafusos de PVC	kg	1,63E+01	1,63E+01	3,27E+01	3,27E+01	0,00E+00	0,00E+00
	Viruta metálica	kg	4,38E+02	4,38E+02	4,38E+02	4,38E+02	0,00E+00	0,00E+00
	Combustível	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,02E+02
		MJ	1,99E+03	1,47E+03	1,99E+03	1,33E+03	2,68E+03	7,00E+03

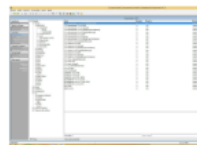
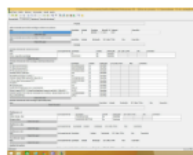
Utilização	Água	kg	2,16E+05	2,16E+05	2,16E+05	2,16E+05	0,00E+00	0,00E+00
	Emissões CO2	kg	1,49E+04	1,49E+04	1,49E+04	1,49E+04	1,75E+05	2,08E+04
		kg	1,05E+01	1,05E+01	1,05E+01	1,05E+01	1,00E+01	1,00E+01

### Utilizacion:

- Biogas
- Leña
- GLP



# Evaluación de impacto



CML-IA baseline V3.01



SimaProS

PRé

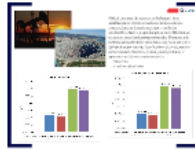
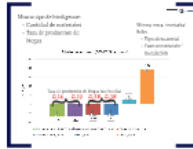
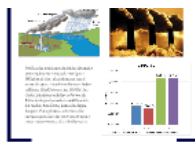
PhD

8.0.3.14  
UNIFEI NEST

O seu contrato de serviço expirará depois de 01/08/2016.

Copyright © PRé Consultants bv 2014 - All rights reserved

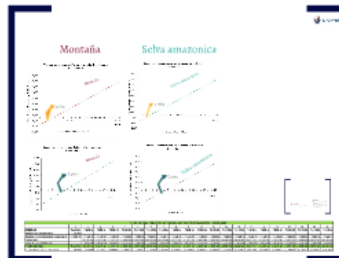
OK

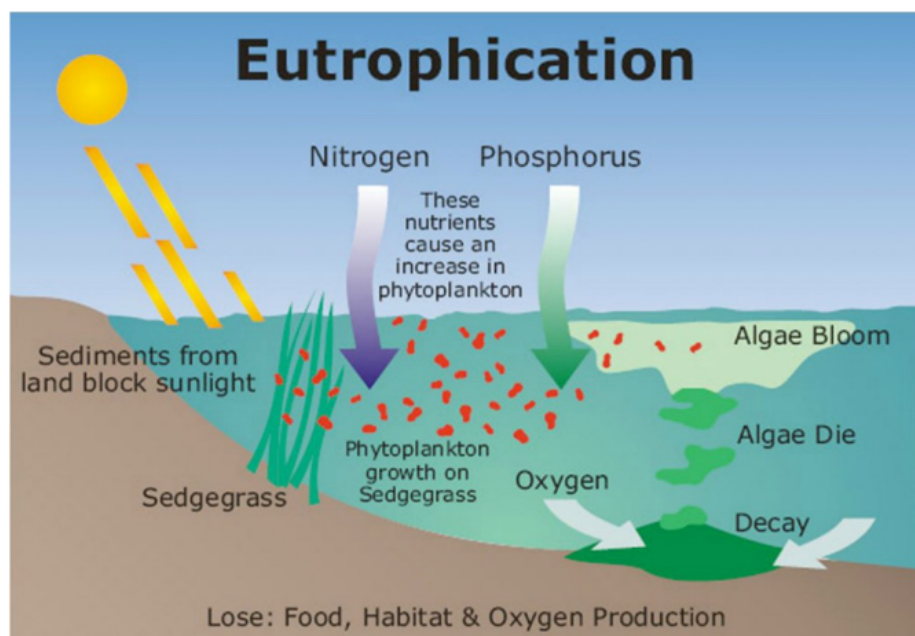


# Interpretación

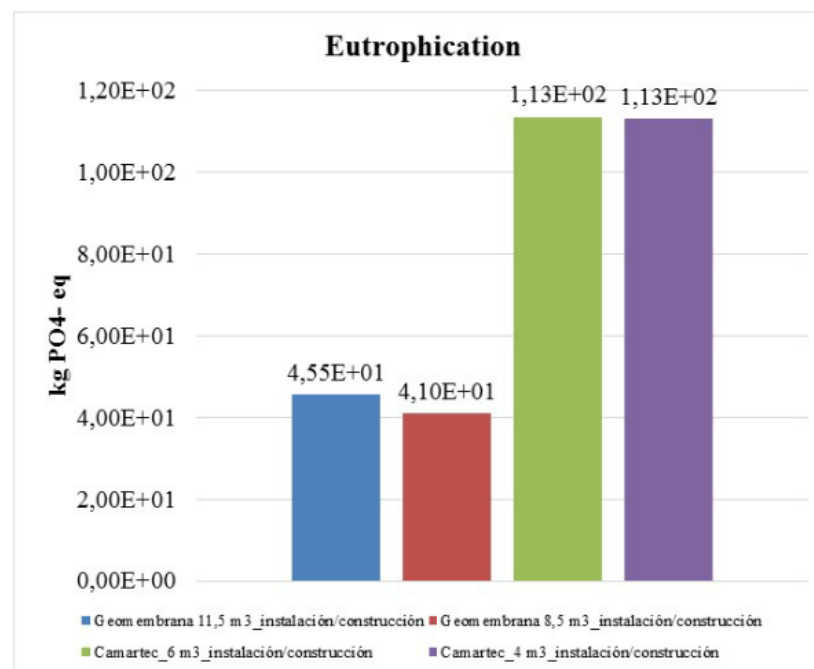
## Tiempo de recuperación de deuda de carbono

NESI UNIFEI





La eutrofización es la acumulación de una concentración de nutrientes químicos en un ecosistema que conduce a la productividad anormal. Esto causa el crecimiento excesivo de plantas como las algas en el río que causa severas reducciones en las poblaciones de la calidad del agua y de los animales. Las emisiones de amoníaco, óxidos de nitrógeno de nitratos y fósforo al agua del aire o todos tienen impacto en la eutrofización.



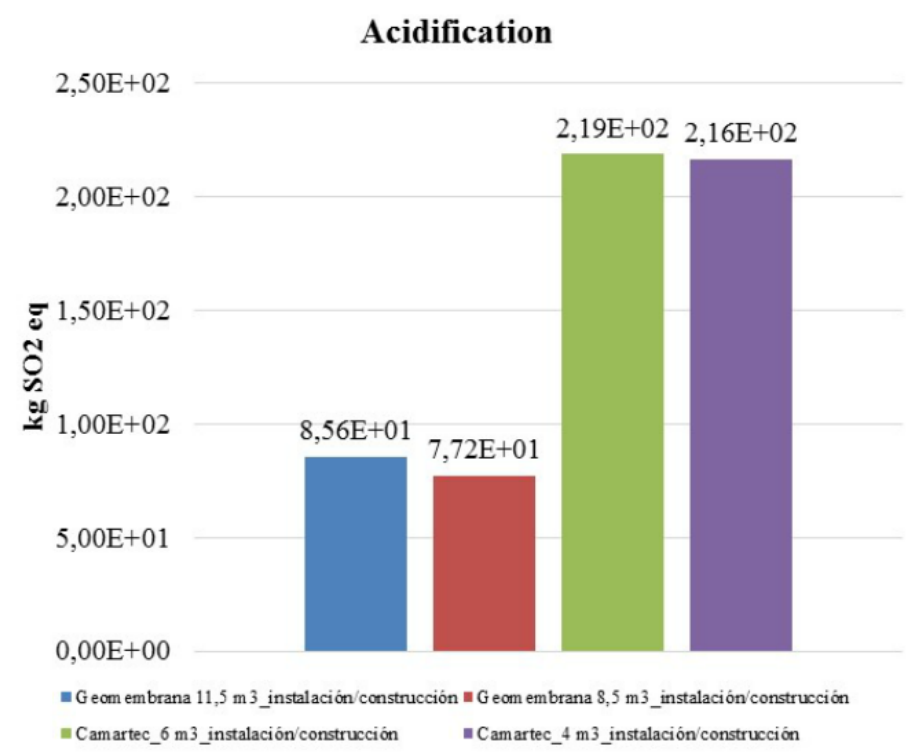




Divido a las emisiones de óxidos de azufre (principalmente  $\text{SO}_2$ ) y de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) en el aire, al combinarse con el vapor de agua atmosférico forman ácidos sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), los cuales, pueden precipitar en forma de lluvia ácida provocando la acidificación del medio. Esta lluvia, daña a los lagos, bosques, flora y fauna, así como a los campos agrícolas y las reservas de agua y como consecuencia, a la salud humana.



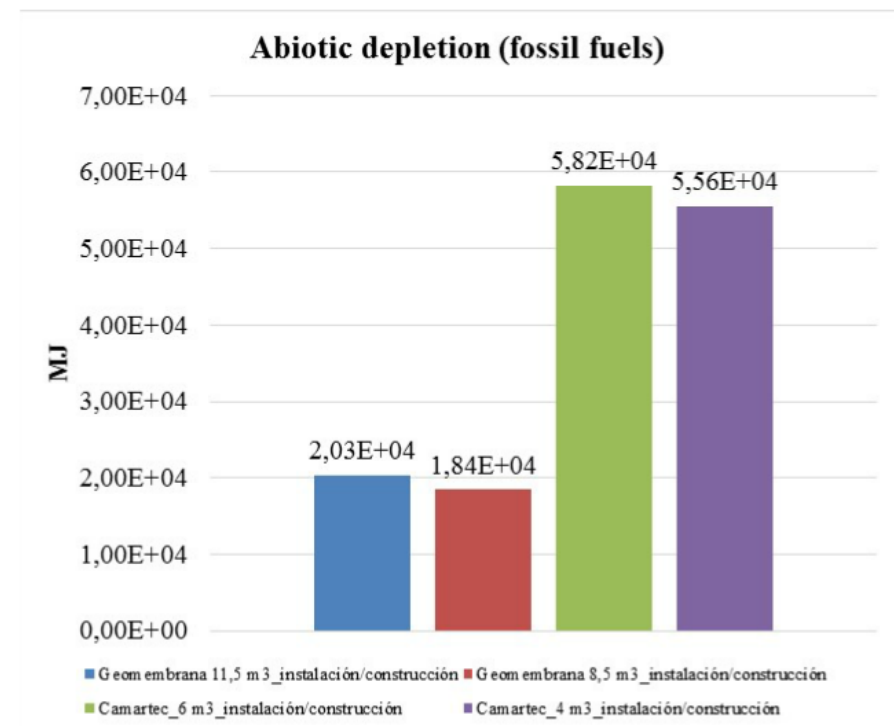
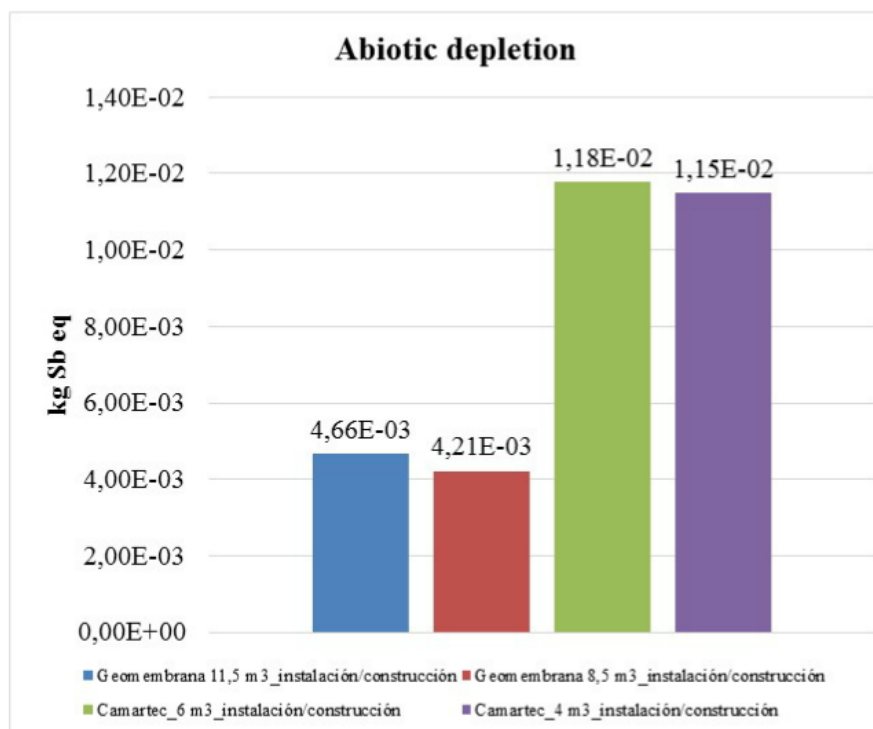
INIFEI

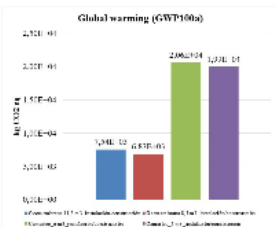




Mide el consumo de recursos no biológicos (son aquellos que se renuevan mediante ciclos naturales extremadamente lentos), como por ejemplo los combustibles fósiles; o aquellos que se muy difícil que se renueven, como los depósitos minerales. El consumo de recursos por parte de los seres humanos, va en aumento debido al crecimiento de la población y a la mala gestión de los recursos existentes, lo cual, puede provocar, el agotamiento de los recursos naturales.

- Minerales
- Combustibles fósiles





El cambio climático es uno de los principales efectos ambientales de la actividad económica, y una de las más difícil de manejar debido a su amplia escala.

Fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. incremento de temperatura en la capa más de la atmósfera, la cual es calentada por la radiación solar, y a pesar, de que parte de ella es reflejada por el suelo, debido al el elevado contenido de CO<sub>2</sub> y de otros gases que se denominan de efecto invernadero (CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, CFCs, etc.) retienen parte de esta radiación reflejada, provocando la elevación de temperatura.



Emissiones de CO<sub>2</sub> por la utilización de biofertilizante

- 14 ton CO<sub>2</sub> E
- 5 unid x 50kg/ano
- Que es biofertilizante??
- Características variable

Perfil de emisiones de CO<sub>2</sub> por etapas

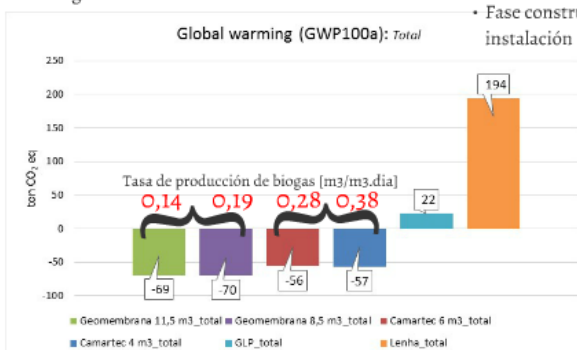
- Construcción/instalacion: variable
- Cantidad de materiales (+montaña)
- Tipo de material (Camartec/geomembrana)
- O&M: emisiones de CO<sub>2</sub> minimas <0,20%
- Utilización: 76 ton CO<sub>2</sub>E
- Reducciones de por dejar de emitir CH<sub>4</sub> (25 veces > CO<sub>2</sub>)

Mismo tipo de biodigestor:

- Cantidad de materiales
- Tasa de produccion de biogas

Misma zona: montaña/Selva

- Tipo de material
- Fase construcción/instalación





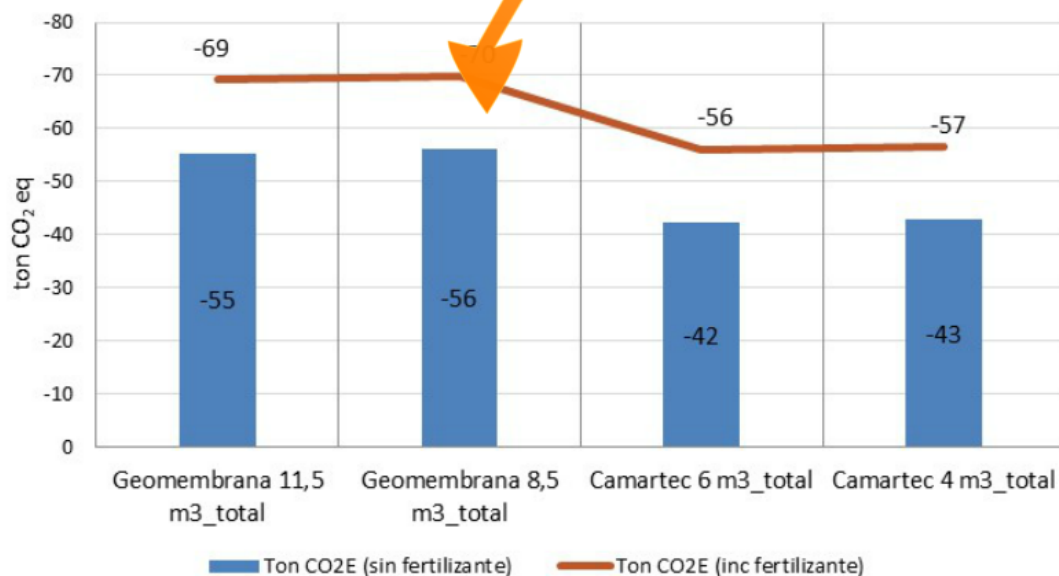
Fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. incremento de temperatura en la capa más de la atmósfera, la cual es calentada por la radiación solar, y a pesar, de que parte de ella es reflejada por el suelo, debido al el elevado contenido de CO<sub>2</sub> y de otros gases que se denominan de efecto invernadero (CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, CFCs, etc.) retienen parte de esta radiación reflejada, provocando la elevación de temperatura.





# 14 ton CO<sub>2</sub>E

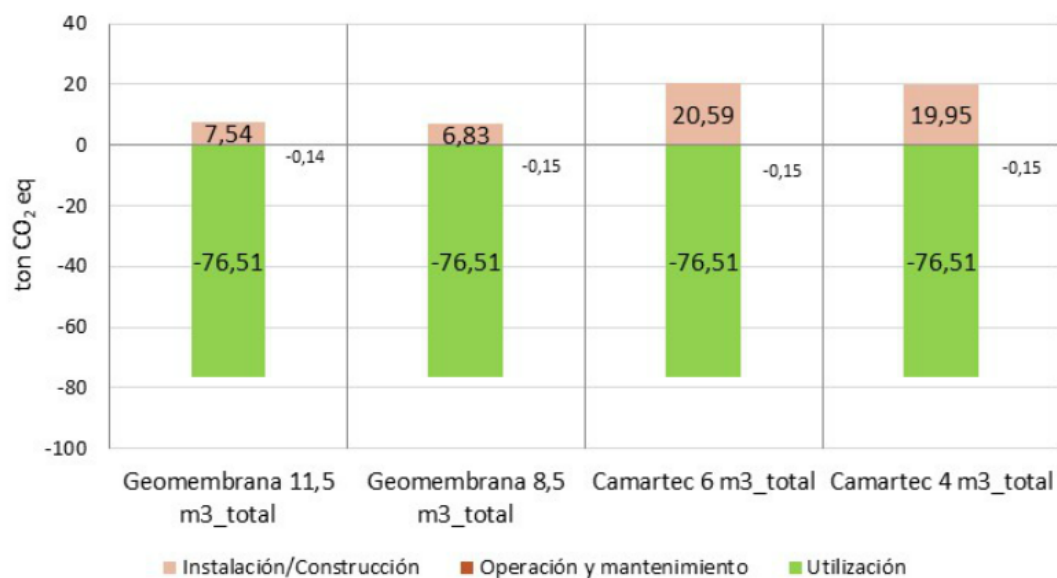
Global warming (GWP100a): *Uso de biofertilizante*



Emisiones de CO<sub>2</sub> por la utilizacion de biofertilizante

- 14 ton CO<sub>2</sub> E
- 5 unid x 50kg/ano
- Que es biofertilizante??
- Caracteristicas variable

Global warming (GWP100a): *etapas*



Perfil de emisiones de CO<sub>2</sub> por etapas

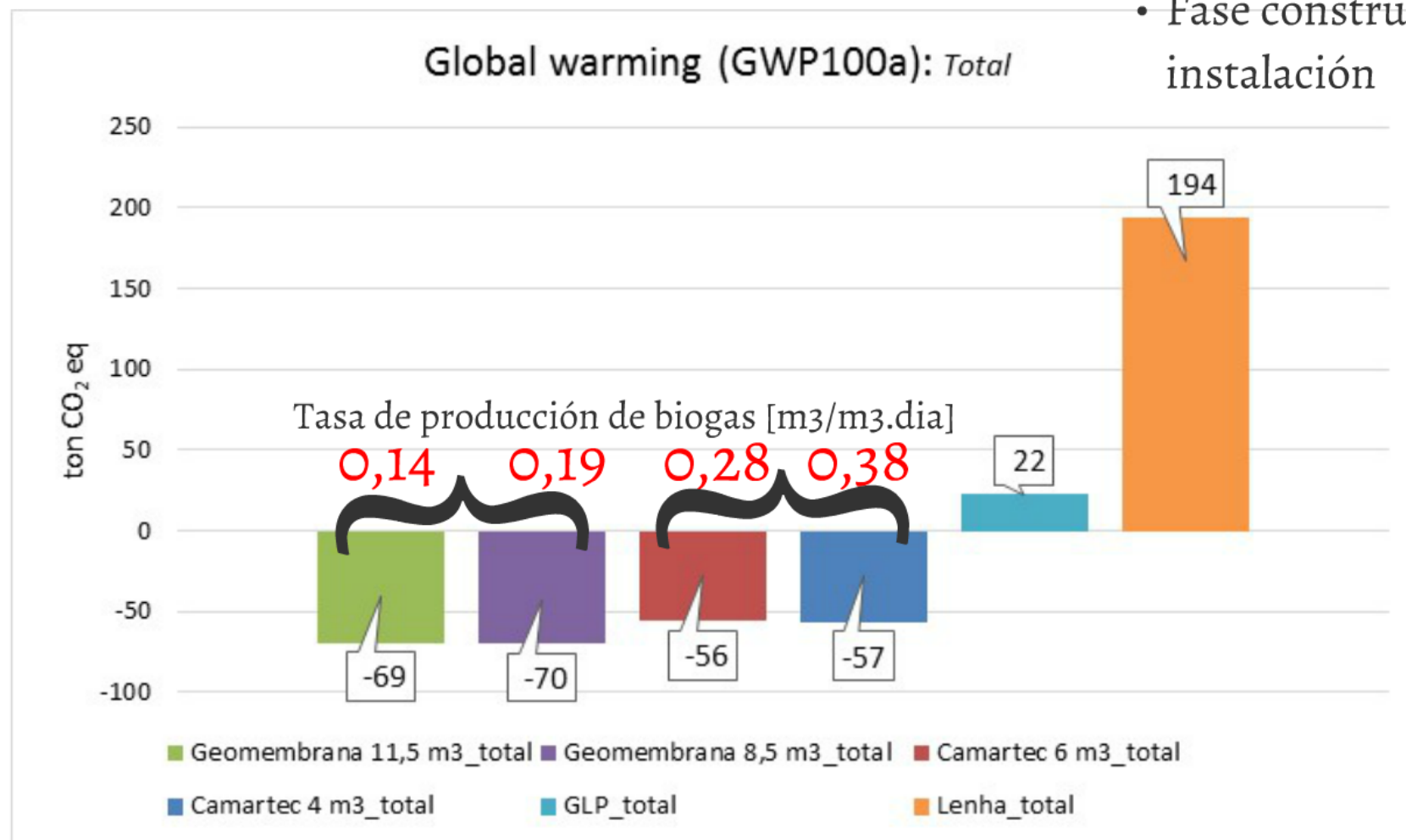
- Construcción/instalacion: variable
- Cantidad de materiales (+montaña)
- Tipo de material (Camartec/geomembrana)
- O&M: emisiones de CO<sub>2</sub> minimas <0,20%
- Utilizacion: 76 ton CO<sub>2</sub>E
- Reducciones de por dejar de emitir CH<sub>4</sub> (25 veces > CO<sub>2</sub>)

Mismo tipo de biodigestor:

- Cantidad de materiales
- Tasa de producción de biogas

Misma zona: montaña/  
Selva

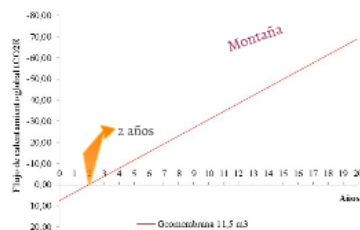
- Tipo de material
- Fase construcción/  
instalación



# Tiempo de recuperación de deuda de carbono

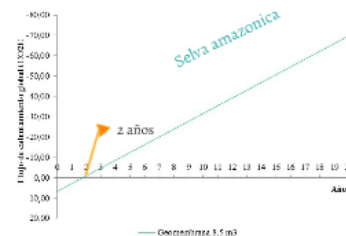
## Montaña

Tiempo de recuperación de la deuda de carbono:  
Escenario 1

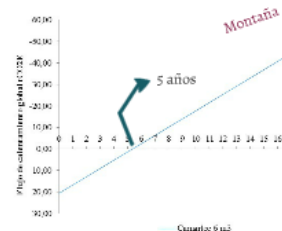


## Selva amazonica

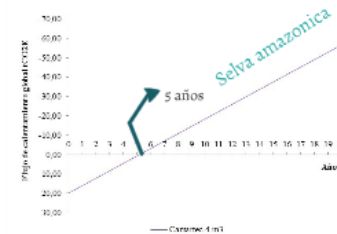
Tiempo de recuperación de la deuda de carbono:  
Escenario 2



Tiempo de recuperación de la deuda de carbono:  
Escenario 3



Tiempo de recuperación de la deuda de carbono:  
Escenario 4



FLUJO DE CAJA PROYECTADO (TONELADAS DE CO2 EQUIVALENTE) - ESCENARIO 1																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INGRESOS	7.64E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00	7.12E+00
Redimension (construcción)	7.54E+00																				
Operación y mantenimiento (mantenimiento)	0.00E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00	-7.12E+00
INGRESOS		-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00
Costo de CO2 (utilización)		-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00
FLUJO DE CAJA	7.64E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00	-3.83E+00
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	7.64E+00	3.70E+00	-1.28E+00	-3.86E+00	-7.70E+00	-1.16E+00	-1.65E+00	-1.80E+00	-2.10E+00	-2.70E+00	-3.00E+00	-3.48E+00	-3.83E+00	-4.23E+00	-4.63E+00	-5.03E+00	-5.38E+00	-5.78E+00	-6.13E+00	-6.63E+00	-6.93E+00

# Conclusiones

- El ACV, además de servirnos para evaluar impactos ambientales (acidificación, eutrofización, agotamiento de recursos abióticos, combustibles fósiles), puede servirnos para un análisis de retorno de deuda de carbono (solo para iniciativas vinculadas a recuperar CO<sub>2</sub>, como proyectos de biogas). Para otra clase de proyectos solo servirá para comparación de procesos buscando mejorarlos.
- Proyectos (especialmente proyectos sociales), deberían asegurarse de que los biodigestores funcionen el tiempo mínimo necesario para lograr minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub> del proyecto ya que al funcionar menor tiempo del previsto estarían contribuyendo en incrementar las emisiones de CO<sub>2</sub> (aumentando el efecto invernadero)
- El tiempo de recuperación de la deuda de carbono de los biodigestores de geomembrana son menores comparados con los biodigestores Camartec en las condiciones geográficas correspondientes, por lo que, basados en estos criterios la mejor opción para la instalación de biodigestores sería el uso de biodigestores tipo geomembrana, si superan el tiempo de utilización de 5 años.
- Los datos proporcionados en este estudio se basan en los inventarios de información primaria y datos proporcionados del software SIMANPRO. Es necesario en algunos casos crear inventarios basados en sistemas locales, para cual sería necesario mayor inversión económica y de tiempo, por otra parte, los datos aportados en este estudio proporcionan un enfoque aproximado, mostrando una tendencia respecto a la comparación de los sistemas estudiados.



# Muchas Gracias

**Contacto: Jean Velásquez**

**jean.velasquezp@gmail.com /jvelasquez@unifei.edu.br**

**<http://www.nest.unifei.edu.br/>**

**Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída (NEST)**

**Instituto de Engenharia Mecânica (IEM)**

**Universidade Federal de Itajubá Itajubá-MG, Brazil**

**Telefax: +55 (35) 3629-1355**